

Fiche analytique – Mémoire de Master MUSE

A rendre au secrétariat lors de l'inscription à la soutenance du mémoire

* champs obligatoires

AUTEUR*	NOM : Makri		PRENOM : Stamatina	
TITRE MEMOIRE*	Recent environmental history of Lake Morat (Switzerland) inferred from the photosynthetic pigment stratigraphy of the sedimentary record			
NUMERO MEMOIRE	224			
DATE SOUTENANCE	24/06/2016	Salle: B2b	Heure: 10 :30	
THEMATIQUE* (AFFILIATION)	Sciences de l'eau			
VOLEE MUSE*	2012			
TITRE ACADEMIQUE* (par ex.: licencié en biologie)	Bachelor en Sciences Economiques			
DIRECTION* / EVALUATION	Directeur de mémoire* Dr. Jean-Luc Loizeau	Co-directeur de mémoire* Dr. Brigitte Lods-Crozet	Nom(s) du ou des juré(s)* -Dr. Jean-Luc Loizeau -Dr. Brigitte Lods-Crozet -Dr. Andrea Lami (ISE-CNR Institute of Ecosystem Study, Verbania, Italy)	
STAGE (éventuel)	Organisme d'accueil Institute F.-A. Forel		Maître de stage Jean-Luc Loizeau	
Projet de l'ISE (éventuel) auquel le mémoire est rattaché				
Bourse (éventuelle) reçue par l'étudiant				
COLLATION*	Nb de pages* 95	Nb de figures* 35	Nb de tableaux* 8	
TERRAIN D'ETUDE OU D'APPLICATION	Limnogéologie, analyse de systèmes aquatiques			
MOTS-CLES* (entre 5 et 10)	Photosynthetic pigments, HPLC, sediment record, phosphorous eutrophication, trophic status, Planktothrix rubescens, Lake Morat, paleolimnology, physicochemical proxies, lake disturbances, multiproxy analysis			
RESUME* (max 1500 car)	<p>Au cours des deux derniers siècles, le changement des conditions climatiques et l'augmentation de l'impact anthropique a conduit à des perturbations écosystémiques rapides, croissance excessive des algues et production primaire augmentée pour la plupart de lacs. L'accumulation de nutriments accrue provenant de l'augmentation de l'altération chimique, l'industrialisation, l'urbanisation et l'agriculture intensive ont eu des réponses environnementales globales, cependant, leur durée et conditions spécifiques sont rarement connues pour un lac spécifique. Les sédiments lacustres sont de sensibles enregistreurs des impacts naturels et anthropiques et contiennent de nombreuses informations sur les conditions physico-chimiques et l'occurrence de communautés biologiques dans leur plan d'eau et bassins versants. Lac de Morat en Suisse a subi, dans les deux derniers siècles, des altérations importantes et changement de son régime hydrologique, avec un total d'entrées de phosphore significativement élevé, jusqu'à 150 µg L⁻¹. Ces derniers, ont conduit à l'eutrophisation intense, la détérioration de son état trophique et la qualité globale de l'eau, avec l'apparition annuelle d'un hypolimnion anoxique. Afin d'identifier et d'analyser ces changements et de comprendre leurs causes et leur occurrence dans le contexte du développement historique dans le bassin versant, nous avons effectué une analyse multiproxy basée sur la stratigraphie de pigments photosynthétiques sédimentaires, par HPLC. Des mesures</p>			

	<p>de proxies physicochimiques ont également été menées pour examiner l'évolution de l'état trophique, le contenu en carbone organique et inorganique et les signaux XRF. Trois grandes périodes ont été identifiées dans les 84 dernières années pour le lac de Morat. La première période (1930-1941) est caractérisée par une concentration de pigments faible, des apports de nutriments diminués et de meilleures conditions d'oxygène. Le lac a été caractérisé comme oligo- à méso-trophe et la période a été considérée comme l'expression de conditions de référence de base de l'état trophique. La seconde période (1941-1983) a révélé une augmentation brutale de la concentration des pigments, avec une productivité accrue et domination de cyanobactéries, qui a commencé vers 1941. Les caroténoïdes spécifiques, ont indiqué une prolifération importante de la cyanobactérie <i>Plankthothrix rubescens</i>, entre 1953-1971 avec un pic en 1961, aux concentrations jusqu'à 800 nmol g⁻¹ OM. Leur disparition après 1971 a suggéré le début d'une phase d'eutrophisation intense avec des apports élevés de phosphore total, une productivité élevée et une anoxie intense pendant plus de deux décennies. La troisième période (1983-2014) est marquée par la prise de mesures de restauration, qui a conduit à une réduction drastique de la concentration de phosphore total, atteignant aujourd'hui jusqu'à 20 µg L⁻¹. La stratigraphie de pigments a suggéré un changement dans la communauté phototrophes, de cyanobactéries à la domination d'algues vertes, surtout après 2003, pourtant avec une présence résiduelle de cyanobactéries et un total de biomasse élevé. Les proxies XRF et la lithologie des sédiments, ont indiqué une amélioration de conditions d'oxygène dans cette partie qu'avant. Cependant, le contenu en carbone organique et azote total ont montré une tendance à la hausse qui suggère un possible changement vers des algues fixatrices d'azote, comme la biomasse n'a pas diminué malgré la baisse importante de phosphore. L'état trophique du Lac de Morat et sa qualité globale a été fortement influencée par l'activité anthropique dans son bassin versant, par l'intermédiaire des processus complexes et interdépendants. Donc, des données multi-proxy à long terme se sont relevées précieuses pour pouvoir comprendre les forces motrices, l'état actuel du lac et éventuellement son évolution future.</p>
<p>SUMMARY* (en anglais)</p>	<p>During the last two centuries, change of climatic conditions and augmentation of anthropogenic impact has led to rapid ecosystem disturbances, excessive growth of algae and primary production for most lakes. Increased nutrient accumulation derived from increased chemical weathering, industrialization, urbanization and intensive agriculture, have had important environmental responses overall, however, their time span and specific conditions is rarely known for an individual lake. Lake sediments are sensitive recorders of natural and anthropogenic impacts and contain abundant information about the physicochemical conditions and biological communities' occurrence in their water body and watershed. Lake Morat in Switzerland has undergone through severe stresses and hydrological regime alteration in the last two centuries, with significantly high total phosphorus concentrations inputs, up to 150 µg L⁻¹. This led to intense eutrophication, deterioration of its trophic status and overall water quality, with annual occurrence of an anoxic hypolimnion. In order to identify and analyze these changes and understand their causes and time occurrence within the context of historical development in lake's catchment, we performed a multiproxy analysis based on the photosynthetic pigment stratigraphy of the sedimentary record by HPLC. For an integrated understanding of trophic status evolution, measurements of physicochemical proxies, total organic and inorganic carbon, total nitrogen and sulfur content (TOC, TIC, TN, TS) and XRF (X-Ray fluorescence) signals were also conducted. Three major periods were identified in the last 84 years of Lake Morat. The first period (1930-1941), indicated low pigment concentration and nutrient inputs and better oxygen conditions. Lake was characterized as oligo- to meso-trophic and the period was considered as expression of baseline reference conditions of trophic status. The second period (1941-1983), revealed an abrupt increase in pigment concentrations with higher productivity and cyanobacteria dominance. Specific carotenoids indicated an important bloom of <i>Plankthothrix rubescens</i>, detected from 1953 to 1971 with a peak in 1961, with concentrations up to 800 nmol g⁻¹ OM. Their decline after 1971 suggested the initiation of an intense eutrophication phase with dominance of other cyanobacteria, higher total phosphorous inputs, and intense anoxia for more than two decades. The third period (1983-2014), is marked by the initiation of restoration measures. According to lake's monitoring observations, this has led to a drastic reduction of total phosphorous</p>

	<p>concentration, reaching up to 20 $\mu\text{g L}^{-1}$ today. Pigment stratigraphy suggested a shift in the phototrophic community from cyanobacteria to green algae dominance, especially after 2003, yet with a remaining presence of cyanobacteria and persisting high total biomass. Sediment lithology and XRF proxies indicated better oxygen conditions in this part. However, TOC and TN content showed an increasing trend suggesting a possible shift to nitrogen limiting algae, considering that biomass did not decrease despite the important decline of phosphorous. Lake's Morat trophic state and overall quality was significantly influenced by the anthropogenic activity in its watershed, via complex and interrelated processes. Multi-proxy long-term data sets proved to be valuable for reconstructing stresses' driving forces and evaluating past and current state of the lake, with a possible extension as well in the evaluation of its future evolution.</p>
REMARQUES	